


FORMATION OF CHROMIUM MASK**Publication number:** JP2000214575**Publication date:** 2000-08-04**Inventor:** KOBAYASHI SHINJI**Applicant:** SHARP KK**Classification:**

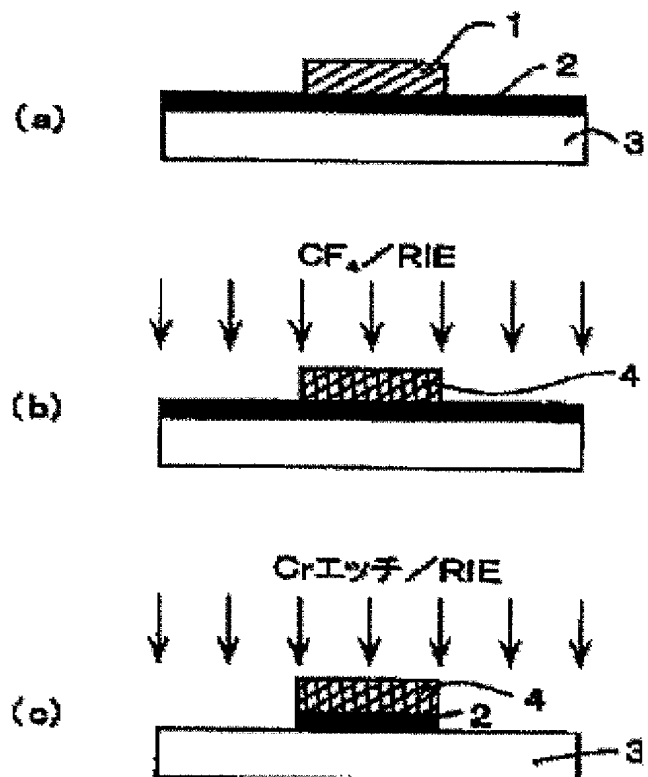
- International: H01L21/302; C23F4/00; G03F1/08; G03F7/40;
H01L21/027; H01L21/3065; H01L21/02; C23F4/00;
G03F1/08; G03F7/40; (IPC1-7): G03F1/08; H01L21/027;
H01L21/3065

- European: C23F4/00; G03F1/08; G03F7/40D

Application number: JP19990017302 19990126**Priority number(s):** JP19990017302 19990126**Also published as:** US6544894 (B)[Report a data error here](#)**Abstract of JP2000214575**

PROBLEM TO BE SOLVED: To considerably enhance the dimensional precision of a chromium mask pattern as well as the dimensional precision of a resist pattern.

SOLUTION: A resist pattern 1 of a prescribed shape is formed on a mask substrate 3 with a formed chromium film 2 and subjected to a plasma treatment with a fluorine-containing gas and then the chromium film 2 is dry-etched using the resulting resist pattern 4 as a mask.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

M-1322

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-214575

(P2000-214575A)

(43) 公開日 平成12年8月4日(2000.8.4)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
G 0 3 F 1/08		G 0 3 F 1/08	L 2 H 0 9 5
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 0 2 P 5 F 0 0 4
21/3065		21/302	J

審査請求 有 請求項の数3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-17302

(22) 出願日 平成11年1月26日(1999.1.26)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 小林 慎司

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(74) 代理人 100065248

弁理士 野河 信太郎

Fターム(参考) 2H095 BB16

5F004 AA01 AA04 BA13 CA01 DA00

DA01 DA04 DA16 DA26 DB08

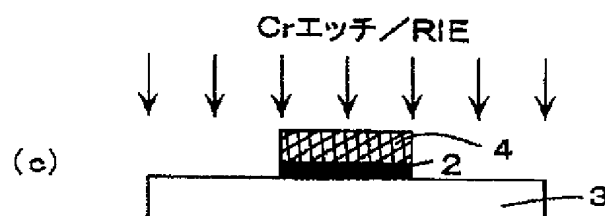
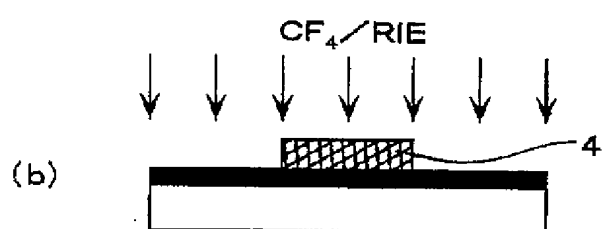
DB26 EA40 EB07 FA08

(54) 【発明の名称】 クロムマスクの形成方法

(57) 【要約】

【課題】 レジストパターン形成からクロムマスクパターン形成までを含めたトータルな意味でのクロムマスクパターンの寸法精度を大幅に向上させることを目的とする。

【解決手段】 クロム膜2が形成されたマスク基板3上に所定形状のレジストパターン1を形成し、レジストパターン1をフッ素系ガスを用いてプラズマ処理し、得られたレジストパターン4をマスクとして用いてクロム膜2をドライエッチングすることからなるクロムマスクの形成方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 クロム膜が形成されたマスク基板上に所定形状のレジストパターンを形成し、該レジストパターンをフッ素系ガスを用いてプラズマ処理し、得られたレジストパターンをマスクとして用いてクロム膜をドライエッチングすることからなるクロムマスクの形成方法。

【請求項2】 レジストパターンのフッ素系ガスによるプラズマ処理と、クロム膜のドライエッチングとを、同一の装置内で外気にさらすことなく連続的に行う請求項1記載の方法。

【請求項3】 フッ素系ガスによるプラズマ処理をCF₄ガスを用いて行い、クロム膜のドライエッチングを塩素系ガスを用いて行う請求項1又は2に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、クロムマスクの形成方法に関し、より詳細には、レジストパターンをマスクとして用いてマスク基板上に形成されたクロム膜をドライエッチングによりパターンニングするクロムマスクの形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】従来から、半導体プロセスにおけるフォトリソグラフィ工程では、石英基板上に遮光体としてクロム膜を一定形状で形成したクロムマスクが一般的に使用されている。クロム膜のパターンニングは、通常、クロム膜が形成された石英基板上にレジストを塗布し、このレジストを電子ビーム（以下EBと称す）を用いてパターンニングするリソグラフィ工程と、レジストパターンをマスクとして用いてクロム膜のパターンニングするエッチング工程とに大別される。

【0003】特に、クロム膜のエッチング工程では、従来からウェットエッチングが広く用いられており、現在のクロムマスクの生産においても主流をなしている。このことは、早くから工場生産においてドライエッチングが検討・採用されたウェハプロセスと対比的であり、その原因としては、以下の2点が挙げられる。

【0004】第1に、クロムマスクの微細化の点において、必要性が希薄であったことである。つまり、従来、ウェハプロセスでのフォトリソグラフィの微細化牽引者は縮小投影露光装置（以下ステップと称す）であり、クロムマスクのマスクパターンはウェハの5倍や10倍などのルールのため微細化対応の必要性が小さかった。第2に、一般に、ウェットエッチングは等方性エッチングであるため必ずエッチングシフトが起こるとともに、被エッチング膜の膜厚がばらつくと必ずエッチング後のパターン寸法がばらつくこととなる。よって、ウェハプロセスではこのようなエッチングシフトやパターン寸法のばらつきを防止するためにドライエッチングが検討されたが、マスク基板上ではウェハプロセスで問題となる段

差がなく、被エッチング膜の膜厚が均一であるため、これらの問題を考慮する必要性が特にない。一方、最近においては、徐々に先端品を軸にドライエッチングの必要性・適用が拡大しつつある。

【0005】これは、第1に、従来のフォトリソグラフィ工程でのステップを用いた方式から、スキャナ方式に移行してきたためである。つまり、このスキャナ方式に使用するための現在市販されているスキャナ装置はマスク倍率が全て4倍となっており、クロムマスクのパターンが微細化の方へ移行してきているためである。第2に、ウェハプロセスの微細化が進行するにつれて、露光波長と加工寸法の逆転現象がでてきたため、光近接効果補正マスクの需要が拡大してきたためである。つまり、フォトリソグラフィ工程で露光波長以下の寸法のパターンニングを行う場合、光の開口部からの透過量（光強度）・回折の影響等を正確に調整することが必要となる。この調整は、ウェハ上では解像しない正確な微細パターンがマスク上に形成された光近接効果補正マスクによって行われるため、従来と比較し飛躍的に高い解像度が必要となり、微細化が急務となっている。第3に、マスク上にゴミや異物が存在すると、これがウェハ上に転写されてしまう。よって、このような転写を防止するために、特にクロムマスクのプロセスにおいて、ゴミや異物が存在しないように細心の注意をはらう必要があるためである。

【0006】このように、ドライエッチング技術の導入により、パターン形状（エッジラフネス、断面形状）の改善、微細パターンの解像度の向上を実現することができる。現在、クロムマスクのドライエッチングでは、一般に、塩素又はジクロロメタンと酸素との混合ガスが用いられている。この場合、被エッチング面積に依存したエッチングレートの不均一性をいかに緩和するかが、高精度で均一なクロムパターンを形成するために重要である。通常、ドライエッチングにおいては、図5に示したように、面積効果によりエッチングレートの不均一性を引き起こす。つまり、マスク基板上のチップ領域中央部では、周辺部と比較して単位面積あたりのエッチングに寄与するC1イオンが少ない状態となり、エッチングレートが低下し、その結果、マスク上でのクロムパターンの寸法バラツキを引き起こすこととなる。

【0007】これに対して、クロム膜をオーバーエッチングして、クロムパターンの寸法バラツキを防止する方法がある。例えば、図6(a)に示したように、クロム膜2が形成されたマスク基板3上レジストパターン1を形成した後、このレジストパターンをマスクとして用いて、クロム膜2をエッチングすると、マスク基板3上のチップ周辺部におけるクロム膜2は、エッチングレートが大きいため中央部と比較して先にエッチングされてしまう。さらにエッチングが進行すると、図6(b)に示したように、エッチングレートが小さい中央部のクロム

膜2もエッチングされる。この際、周辺部のクロム膜2はサイドエッチングされ、中央部のクロム膜2のパターン寸法Aよりも小さなパターン寸法Bとなる。さらにエッチングを続行すると、図6(c)に示したように、周辺部はクロム膜2はレジストパターン3の影響で徐々にサイドエッチング量が小さくなり、一方、中央部のクロム膜2はサイドエッチされるため、徐々に両者の寸法差が小さくなる(図7参照)。

【0008】しかし、この方法によって寸法差を軽減するためには、レジスト選択比を確保した状態で前記処理を行うことが必要である。つまり、図8に示したように、レジスト選択比が高くなければ、レジスト選択比が低い場合と比較して十分なオーバーエッチングによる寸法差低減効果が得られないし、トータルのエッチングシフト量の低減にも十分な効果が得られないからである。

【0009】エッチングシフト量が大きければ、最終的(エッチング後)に所定の寸法のクロムパターンを得るために、前工程のレジストパターンの形成において、あらかじめエッチングシフト量相当分だけ太いパターン寸法、言い換えると、エッチングシフト量相当分だけ狭いスペース寸法を解像する必要がある。よって、レジストパターンの形成において、より高解像の性能が必要となる。例えば、10kVと比較的低加速電圧のEB露光装置により、ポジ型レジストを用いてパターンニングを行う場合の寸法リニアリティを図9及び図10に示す。寸法リニアリティは、孤立パターンの場合(図9)には0.5 μ mから2.5 μ mまで確保されているが、ラインアンドスペース(1:1)パターンの場合(図10)には1.0 μ mから2.5 μ mまでしか確保されていない。つまり、ラインアンドスペースの場合では、寸法リニアリティの性能はスペース幅のみで決定される。よって、レジストパターンの形成においては、少しでも広いスペースを露光解像することが、寸法リニアリティを確保して高精度レジストパターンを形成する上で有利である。さらに言えば、エッチングシフト量が小さければ、必要以上に狭いスペース寸法の露光を行う必要がなく、トータルとして高精度のクロムパターンを形成することができる。

【0010】このように、実際のLSI製造用のクロムマスクのドライエッチング工程では、周辺部と中央部のパターン寸法の調整のためかなりオーバーエッチングを必要としているにもかかわらず、大きなエッチングシフト量を寸法的に吸収するだけの高解像性能がないため、オーバーエッチングによるエッチングシフト量を可能な限り小さくする方法が望まれている。

【0011】これに対して、例えば、特開平5-267255号公報等において、イオンビーム装置によりリン等をレジスト内にイオン注入し、レジスト選択比を向上する(エッチングシフト量を小さくする)方法が提案されている。しかし、この方法では、ドライエッチャとは

別の装置が必要となるため、それに伴って製造工程が煩雑になるとともに、マスク欠陥の発生確率が上昇する、すなわちマスク製造歩留まりが低下するという問題点がある。また、この方法では、未だ十分なレジスト選択比の向上は得られていない。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、クロム膜が形成されたマスク基板上に所定形状のレジストパターンを形成し、該レジストパターンをフッ素系ガスを用いてプラズマ処理し、得られたレジストパターンをマスクとして用いてクロム膜をドライエッチングすることからなるクロムマスクの形成方法が提供される。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明のクロムマスクの形成方法においては、まず、クロム膜が形成されたマスク基板上に所定形状のレジストパターンを形成する。本発明において使用することができるマスク基板は、このマスク基板をフォトリソグラフィ工程において使用する際の露光光を透過することができる基板であれば特に限定されるものではなく、例えば、石英基板等が挙げられる。また、この基板の厚さは、用いる材料等により異なるが、0.25インチ程度以上が挙げられる。

【0014】マスク基板上には、その全面にクロム膜を形成する。クロム膜は、公知の方法、例えば、スパッタリング法、蒸着法、EB蒸着法等種々の方法が挙げられる。クロム膜の膜厚は、フォトリソグラフィ工程において使用する際の露光光を完全に遮光することができる膜厚であれば特に限定されるものではなく、例えば、60~110nm程度が挙げられる。さらに、クロム膜が形成されたマスク基板上全面に、レジスト層を形成し、フォトリソグラフィ及びエッチング工程によって所定の形状にパターンニングし、レジストパターンを形成する。この際に形成するレジスト層は、当該分野において公知のポジ型及びネガ型のいずれものレジストを用いて形成することができる。具体的には、ZEP810S、ZEP7000(日本ゼオン社製)等が挙げられる。レジスト層は、上記レジストを用いて、公知の方法、例えば、回転塗布法、ドクターブレード法等により、膜厚150~500nm程度で形成することができる。また、レジスト層のパターンニングは、当該分野で通常用いられる方法、つまりフォトリソグラフィ及びエッチング工程により行うことができる。この際のパターンは、クロムマスクにおけるクロムパターンの線幅を決定するものであり、クロムパターンにほぼ対応した寸法により形成することが好ましい。

【0015】次いで、本発明においては、上記で得られたレジストパターンをフッ素系ガスを用いてプラズマ処理する。この際に使用するフッ素系ガスとしては、例えば、CF₄、CHF₃、C₂F₆等の単一のガス又は2以上の混合ガスが挙げられる。この際のプラズマ処理は、後

工程におけるクロム膜のドライエッチングを行うことができる装置と同一の装置内で行うことが好ましい。このような装置内でプラズマ処理を行うことにより、外気にさらすことなく後工程を行うことができ、簡略化されたプロセスによって作業性を向上させることができるとともに、ダストレスのエッチングプロセスが可能となる。また、プラズマ処理の条件としては、使用するフッ素系ガスの種類、レジストパターン1の膜厚等により適宜調整することができるが、例えば、フッ素系ガスを90~110 sccm程度で導入しながら、RFパワーが50~150 W程度、圧力が1.5~7 Pa程度、10~40秒間程度行うことが好ましい。

【0016】続いて、得られたレジストパターンをマスクとして用いてクロム膜をドライエッチングする。この際のドライエッチングは、例えば、RIE法等が挙げられる。なかでも、マグネトロンRIE法によりドライエッチングする場合は、ガスをC12:O2=80:20 sccm程度で導入しながら、圧力が7 Pa程度、RFパワーが80 W程度、MGが60 Gauss程度、15分間程度等の条件で行うことができる。また、ノーマルRIE法の場合は、ガスをCH2C12:O2=25:75 sccm程度で導入しながら、圧力が33 Pa程度、RFパワーが200 W程度、MGが0 Gauss、5分間程度等の条件で行うことができる。エッチングガスとしては、C12、CH2C12等の塩素系ガスを単独又は混合ガスとして使用することが好ましい。以下に、本発明のクロムマスクの形成方法の一実施例を、図面に基いて説明する。

【0017】まず、図1(a)に示したように、厚さ0.25インチ程度の石英製のマスク基板3上全面に、スパッタ成膜法により膜厚60~110 nm程度のクロム膜2を形成する。次いで、クロム膜2上全面に膜厚150~500 nm程度でレジスト層を形成し、EBリソグラフィ工程により所望の形状のレジストパターン1を形成する。その後、空気雰囲気中、100~130℃程度の温度で、15分間程度、熱処理(ポストバーク)を行う。

【0018】続いて、図1(b)に示したように、得られたレジストパターン1に対して、CF4プラズマ処理を行う。この際のプラズマ処理は、リアクティブイオンエッチング(以下RIEと称す)装置にて、CF4ガスを100 SCCMで導入し、RFパワー100 W、圧力2 Paで10~20秒間放電することにより行う。これによりイオン化したFイオンがレジストパターン4内に注入され、レジスト選択比を向上させることができる。

【0019】なお、プラズマ処理は、Fイオンによってレジストをスパッタリングするスパッタ性を有しているため、長時間の処理を行うとレジストパターン1自体が膜減りし、後工程のクロム膜のエッチングにおいて結果的にエッチングシフトが大きくなる。つまり、図2に示

したように、上記の条件において、レジストパターン1のプラズマ処理を行ったところ、約20秒の処理時間が、トータルでのエッチングシフト量を低減するのに最も効果的であることがわかる。また、この最適処理時間は各パラメータとしての条件と密接に関係しており、これらの条件を変えることで変動する。例えば、図3に示すように、RFパワーが大きい条件下で、あるいは図4に示すように圧力の小さい条件下でCF4プラズマ処理を行うと、プラズマ放電の逆バイアス電位が高くなり、Fイオンの入射エネルギーが上昇するため、レジストパターン内へのFイオンの注入レートが上がり同時にレジストのスパッタ性も上昇する。このためCF4放電による最適処理時間は短くなる。

【0020】次いで、図1(c)に示したように、同一のRIE装置内で十分真空引きを行い、連続的に、得られたレジストパターン4をマスクとして用いてクロム膜2をドライエッチングによりパターンニングする。この際のドライエッチングの条件は、例えば、ガスをC12:O2=80:20 sccm程度で導入しながら、圧力が7 Pa程度、RFパワーが80 W程度、MGが60 Gauss程度、15分間程度の条件で行うことができる。上記方法により、エッチングシフト量の小さいクロム膜2のドライエッチングを行うことができ、精度の非常に高いクロムマスクを形成することができる。また、同一装置/同一チャンバでの連続処理が可能であり、従来よりも作業性が高くなり、簡略化された方法によるダストレスのエッチングプロセスを実現することができる。

【0021】

【発明の効果】本発明によれば、レジストパターンをフッ素系ガスを用いてプラズマ処理することにより、クロム膜のドライエッチングの際のレジスト選択比を向上させることができ、よって、エッチングシフト量を大幅に低減することができる。その結果、前工程でのレジストパターンを形成するためのリソグラフィ工程での微細加工の負担が小さくなり、レジストパターン形成からクロムマスクパターン形成までを含めたトータルな意味でのクロムマスクパターンの寸法精度を大幅に向上することができる。

【0022】また、レジストパターンのフッ素系ガスによるプラズマ処理と、クロム膜のドライエッチングとを、同一の装置内で外気にさらすことなく連続的に行う場合には、作業性の高い簡略化されたダストレスのエッチングプロセスを実現することができ、マスク欠陥の発生率を低減することができ、クロムマスクの形成において高い製造歩留りを確保することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のクロムマスクの形成方法の一実施例を示す要部の概略断面図である。

【図2】CF4プラズマ処理時間とエッチングシフト量との関係を示すグラフである。

【図3】CF₄プラズマ処理でのRFパワーとCF₄プラズマ最適処理時間又は逆バイアス電位との関係を示すグラフである。

【図4】CF₄プラズマ処理での圧力とCF₄プラズマ最適処理時間又は逆バイアス電位との関係を示すグラフである。

【図5】マスク基板面内（チップエリアの中央部と周辺部）でのエッチングレート差を説明するための要部の概略模式図である。

【図6】マスク基板内でエッチングレートに差がある場合のエッチング工程を説明するための要部の概略断面図である。

【図7】オーバーエッチングにより寸法差が軽減される

ことを説明するための図である。

【図8】レジスト選択比ごとのエッチング時間と寸法差又はエッチングシフト量との関係を示すグラフである。

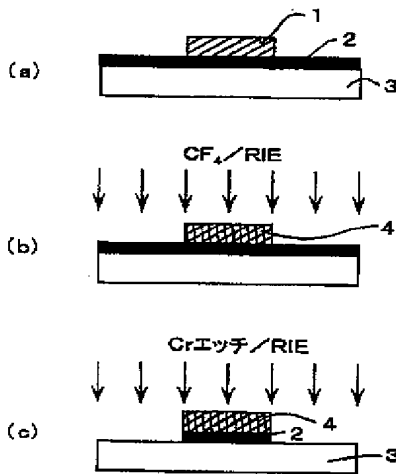
【図9】孤立ラインの寸法リニアリティを説明するためのグラフである。

【図10】ラインアンドスペース（1：1）パターンの寸法リニアリティを説明するためのグラフである。

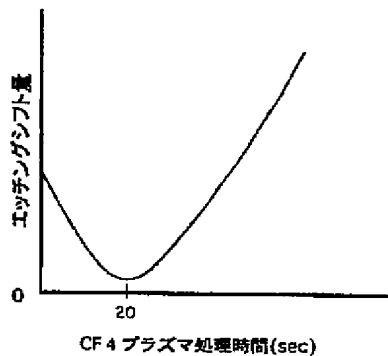
【符号の説明】

- 1 レジストパターン
- 2 クロム膜
- 3 マスク基板
- 4 Fイオンが注入されたレジストパターン

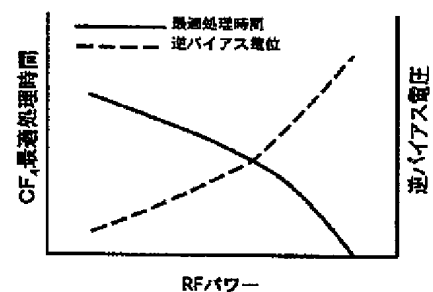
【図1】



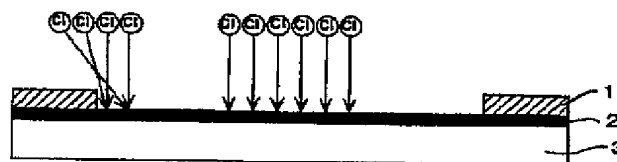
【図2】



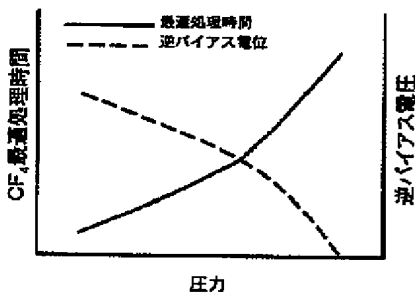
【図3】



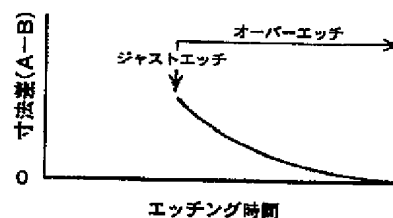
【図5】



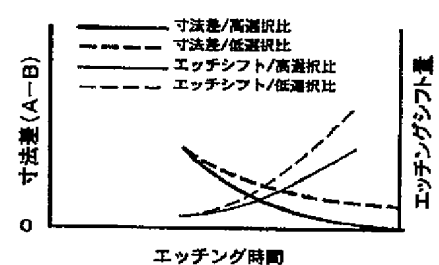
【図4】



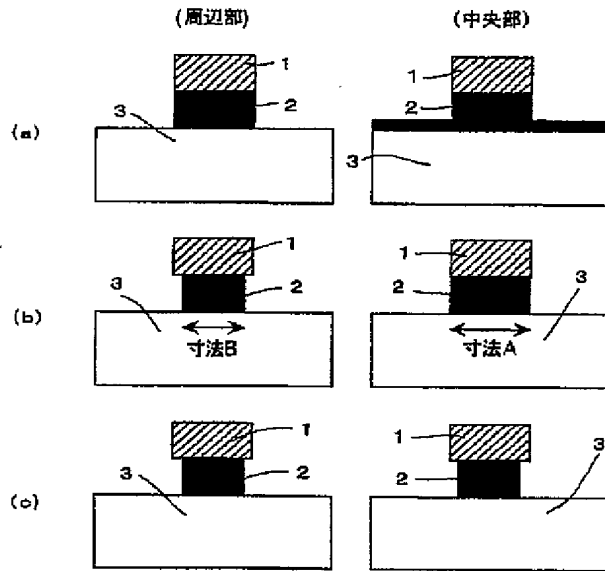
【図7】



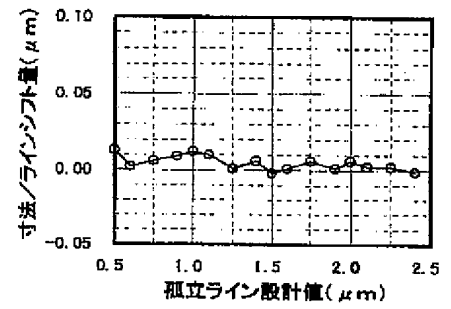
【図8】



【図6】



【図9】



【図10】

